



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2011

---

## **Vergleichende methodische Untersuchungen zur Messung der Oberflächenstruktur der menschlichen Haut**

Amherd-Hoekstra, A ; French, L E ; Schmid-Grendelmeier, P

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-75689>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Amherd-Hoekstra, A; French, L E; Schmid-Grendelmeier, P (2011). Vergleichende methodische Untersuchungen zur Messung der Oberflächenstruktur der menschlichen Haut. *Dermatologica Helvetica*:28-35.



# Vergleichende methodische Untersuchungen zur Messung der Oberflächenstruktur der menschlichen Haut

Amherd-Hoekstra A, French LE, Schmid-Grendelmeier P  
Department of Dermatology, University Hospital Zurich, Zurich, Switzerland

Corresponding author: Anne Amherd-Hoekstra, anne.amherd-hoekstra@usz.ch

Drei verschiedene Messmethoden zur Evaluierung der Hautoberfläche wurden in der vorliegenden Studie verglichen, die mechanische Profil-Messung mittels Perthometer S8P, ein bildanalytisches Verfahren, das SELS-Verfahren (Surface Evaluation of Living Skin) sowie die optische Profilometrie anhand des 3D-Hautmesssystems PRIMOS. Gemessen wurden in zwei Testreihen (N=15) Parameter für die Rauigkeit und für die Welligkeit der Haut, jeweils vor und nach Anwendung eines Externums, zum einen einer Feuchtigkeitscreme, zum anderen einer Hormoncreme mit 0,03% Estradiolbenzoat und 0,003% Testosteronpropionum. Die Entscheidung zwei verschiedene Präparate zu verwenden lag darin begründet, dass von der Feuchtigkeitscreme eher eine Wirkung auf das Stratum corneum erwartet wurde und somit ein Einfluss auf die Rauigkeit, während die Hormoncreme eher im Bereich der Cutis wirkt und sie somit vor allem einen Einfluss auf die Welligkeit der Haut nimmt. Unsere Studie zeigt, dass generell jede von den drei hier verglichenen Messmethoden zur Messung und Beurteilung von Veränderungen auf der Hautoberfläche geeignet ist. Im Gesichtsbereich, wo der Zustand der Hautoberfläche stark von der Mimik beeinflusst wird, ist aber die optische Profilometrie mittels PRIMOS den anderen Methoden überlegen.

*Dermatol.Helv.* 2011;23(9):28-35.

## Einführung und Problemstellung

Das Erfassen von Beschaffenheit und Veränderungen der Hautoberflächenstruktur ist von großer Relevanz für die dermatologische Forschung. Nahezu alle Dermatosen führen zu einer Beeinflussung auch der Oberflächenstruktur der Haut [1]. Die Analyse des Hautoberflächenreliefs wird für die Bewertung sowohl von Pharmaka- und Kosmetikaeffekten als auch den Effekt von Laserbehandlungen auf die Haut bzw. Hauterkrankungen genutzt [2, 3, 4].

Ziel der Studie waren die Bewertung und der Vergleich dreier Messmethoden, welche zur Evaluierung der Hautoberfläche angewendet werden und die auf unterschiedlichen Ansätzen basieren, eine mechanische Profilometrie (Perthometer S8P), ein bildanalytisches Verfahren (SELS), sowie eine optische Profilometrie (PRIMOS). Die Profilometrie nach dem Tastschnittverfahren, auch mechanische Profilometrie oder Stylus-Profilometrie genannt, ist ein Verfahren der Oberflächenanalyse und kommt ursprünglich aus dem technischen Bereich, wo es beispielsweise zur Analyse von Metalloberflächen eingesetzt wird. Bei dieser Messung wird ein Messschlitten mit Mikrotaster über das Messfeld geführt. Die Messstrecke wird abgetastet und das sich ergebende Oberflächenrelief durch die Umwandlung von mechanischer Änderung in ein elektrisches Signal auf einem Bildschirm aufgezeichnet. Erstmalig beschrieben im Jahre 1933 Abbott und Firestone ein Profilometer nach dem Tastschnittverfahren [5]. Erste profilometrische Analysen von Hautabformungen folgten 1958 durch Tronnier [6]. Das bildanalytische SELS-Verfahren (Surface Evaluation of Living Skin) kam Mitte der 90er Jahre erstmals zur Anwendung. Das Messprinzip des bildanalytischen SELS-Verfahrens beruht auf der bildlichen Darstellung der lebenden Haut unter einer speziellen Beleuchtung sowie der elektronischen Bearbeitung und Auswertung der bildlichen Darstellung. Unter Berücksichtigung der Grau-Stufen sowie deren Anordnung zueinander haut-

physiologisch relevante Parameter abgeleitet [8,9,10,11]. Die optische Profilometrie mittels PRIMOS ist eine neuere Methode und basiert auf der sogenannten digitalen Streifenprojektionstechnik. Ein paralleles Streifenmuster wird hier auf die Hautoberfläche projiziert; feinste Höhenunterschiede auf der Hautoberfläche lenken die parallelen Projektionsstreifen aus, wobei diese Auslenkungen ein qualitatives und quantitatives Maß für das Hautprofil darstellen [7].

Die drei Messmethoden sollten in Abhängigkeit der einzelnen Messparameter, der Lokalisation der Messorte sowie der Sensibilität der Erfassung einer eventuellen Veränderung der Hautoberfläche nach einer äußeren Anwendung beurteilt und verglichen werden, damit in der Folge je nach Fragestellung die jeweils am besten indizierte Messmethode zur Hautoberflächenevaluierung angewendet werden kann.

## Material und Methoden

Drei verschiedene Messmethoden kamen zum Einsatz:

**1. Mechanische Profilometrie mittels Perthometer S8P**  
Hierbei handelt es sich um ein Mess- und Protokolliergerät, das in Verbindung mit einem Mikrotaster und einem Vorschubgerät in der Lage ist, Oberflächenstrukturen, in diesem Fall Hautreplika, abzutasten und graphisch darzustellen. Die gemessenen Parameter werden in Anlehnung an die DIN-Normen für Oberflächenmessung bestimmt (DIN 4762, DIN 4768, DIN 4774). Mit dem Perthometer wird nicht die Haut selber, sondern ein Silikonabdruck (Replika) der entsprechenden Hautstelle vermessen.

**2. Surface Evaluation of the Living Skin/ SELS 2000**  
Die SELS Messeinrichtung besteht aus einem Messkopf, der zwei Metallhalogenidstrahler gegenläufig angeordnet enthält, mit dem ein 15x17 mm großes Messfeld auf der Haut gleichmäßig ausgeleuchtet wird. Das Hautbild wird dann von einer ebenfalls im Messkopf eingebauten

CCD-Kamera aufgenommen und mit Hilfe einer Software als Graustufen-Bitmap-Datei übertragen. Unter Berücksichtigung der Grau-Stufen sowie deren Anordnung zueinander werden hautphysiologisch relevante Parameter bestimmt. Das SELS-Verfahren gilt als berührungsfrei, da es die Haut während des Messvorganges im Bereich des tatsächlichen Messfeldes nicht tangiert oder verändert.

### 3. Optische Profilometrie mittels PRIMOS (Phaseshift Rapid In vivo Measurement of Skin)

Dieses Prinzip basiert auf einer digitalen Streifenprojektionstechnik. Ein paralleles Streifenmuster wird auf die Hautoberfläche projiziert. Durch feinste Höhenunterschiede auf der Hautoberfläche werden die parallelen Streifen ausgelenkt, wobei diese Auslenkungen ein qualitatives und quantitatives Maß für das Hautprofil darstellen. Von einer CCD-Kamera wird dies aufgenommen, digitalisiert und zur quantitativen Auswertung dem Mess- und Auswerterechner zugeführt. Für die Auswertung kommt ein Phase-Shift-Algorithmus zur Anwendung. Dadurch kann das dreidimensionale Bild der Hautoberfläche aus zweidimensionalen Bildern rekonstruiert werden.

Einen besonderen Vorteil der 3D in vivo-Hautmessung mit Primos stellt die Matching-Funktion dar. Sie ermöglicht das genaue Wiederauffinden eines bestimmten Hautareals, so dass Vorher-Nachher-Messungen an der exakt gleichen Stelle ausgeführt werden können.

Gemessen wurden mit allen drei Methoden jeweils die Parameter Rauigkeit und Welligkeit. In zwei Testreihen wurden jeweils 15 Probandinnen vermessen. Um das Probandengut möglichst homogen zu halten, entschieden wir uns dafür, nur an weiblichen Probanden zu testen, vor allem auch darum, weil ein starkes Haarwachstum die Messergebnisse beeinflussen kann.

Die eine Gruppe wandte über einen Zeitraum von drei Wochen 2 Mal am Tag eine Feuchtigkeitscreme an, die andere 2 Mal am Tag eine Hormoncreme während zwei Wochen. Die im Vergleich zur Testreihe Feuchtigkeitscreme kürzere Anwendungsdauer der Hormoncreme ist dadurch begründet, dass bei Anwendung der potenten Wirkstoffe ein schnellerer Wirkeintritt erwartet wurde. Der Probandenpool der Gruppe Feuchtigkeitscreme umfasste 15 Probandinnen im Alter zwischen 25 und 50. Die mittlere Hautfeuchtigkeit in dieser Gruppe, gemessen mit dem Corneometer lag bei der ersten Messung bei 44,3 [A.u.] , bei der zweiten Messung bei 45,1 [A.u.]. Beim Corneometerprinzip wird durch eine Kapazitätsmessung die Hautfeuchtigkeit des Stratum corneum bestimmt. Der Probandenpool der Gruppe Hormoncreme umfasste 15 Probandinnen im Alter zwischen 40 und 65 Jahren. Die mittlere Hautfeuchtigkeit in dieser Gruppe lag zum Zeitpunkt der ersten Messung bei 41,4 [A.u.], bei der zweiten Messung bei 39,8 [A.u.]. Um möglichst gleiche Voraussetzungen zu schaffen, bekamen die Probandinnen eine Woche vor der ersten Messung alle eine identische Seife, mit der sie sich ausschließlich waschen sollten, sowie die Auflage, in dieser Woche keine anderen Reinigungsmittel, Pflegemittel oder sonstige Kosmetika zu benutzen. Die linke Unterarminnenseite diente jeweils als unbehandelte Kontrolle; in der Testreihe Feuchtigkeitscreme wurde das Präparat an der rechten Unterarmseite angewendet, bei der Testreihe Hormoncreme kamen als Anwendungsorte zusätzlich die Stirn und der rechte Augenwinkel hinzu, da hier vor allem eine Wirkung auf die Welligkeit der Haut erwartet wurde, die an diesen Stellen eher gegeben ist als am Unterarm. Für die Testreihe Feuchtigkeitscreme wurde eine handelsübliche Feuchtigkeitscreme der Firma Bübchen

verwendet (Inhalt laut Verpackung: Aqua, Helianthus Annuus Seed Oil, Glyceryl Stearate Citrate, Butylene Glycol, Propylene Glycol Dicaprylate/Dicaprate, Glycerin, Isopropyl Palmitate, Octyldodecanol, Cera Alba, Cetearyl Alcohol, Butyrospermum Parkii Butter, Prunus Amygdalus Dulcis Oil, Hexyldecanol, Hexyldecyl Laurate, Hydroxyethylcellulose, Tocopherol, Sodium Cetearyl Sulfate, Disodium Phosphate, Carbomer, Phenoxyethanol, Butylparaben, Ethylparaben, Isobutylparaben, Methylparaben, Propylparaben, Sodium Hydroxide, Parfum) . Die Hormoncreme beinhaltet Estradiolbenzoat sowie Testosteronpropionum.

Von den einzelnen Messergebnissen für jeweils einen Parameter vor und nach der Anwendung eines Externums wurden bei beiden Testreihen für das Probandenkollektiv N=15 jeweils Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, unteres Quartil, Median, oberes Quartil und Maximum bestimmt. Weiterhin wurden deskriptive Statistiken für den Vergleich jeweils zweier Messmethoden angefertigt. Auch hier wurden jeweils Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, unteres Quartil, Median, oberes Quartil und Maximum bestimmt. Der Zusammenhang einzelner vergleichbarer Werte zweier Messmethoden wurde korrelationsanalytisch geprüft. In dieser Studie wurde der Pearsonsche Korrelationskoeffizient angewandt, ein dimensionsloses Maß für den Grad des linearen Zusammenhangs zwischen zwei mindestens intervallskalierten Merkmalen. Es wurde zweiseitig getestet. Um signifikante Unterschiede zwischen den mit jeweils einer Messmethode erhobenen Daten vor und nach den jeweiligen Anwendungen unter Kontrollbedingungen aufzuzeigen wurde "Repeated Measurements ANOVA" angewendet, hierbei werden Mittelwerte abhängiger Bedingungen verglichen.

#### Ergebnisse

Nach der dreiwöchigen Anwendung der Feuchtigkeitscreme kam es laut Perthometer-Messung an der behandelten Stelle zu einer Abnahme der durchschnittlichen gemittelten Rautiefe RZ um 10,9%; im Bereich der unbehandelten Kontrolle sank der Durchschnittswert um 2,1%. Bei sechs der Probandinnen kam es nach der Behandlung zu einem Anstieg des RZ-Wertes, wobei dieser zum Teil nur sehr gering war. Bei einigen dieser Probandinnen kam es gleichzeitig auch am Kontrollarm zu einer Abnahme des RZ-Wertes. Die durchschnittliche Wellentiefe WT nahm nach Anwendung des Produktes um 13% ab. Am Kontrollarm stieg der Wert um 0,1%. Nur bei vier der Probandinnen zeigte sich nach der Behandlung ein Anstieg des WT-Wertes. Bei der SELS-Messung zeigte sich nach der dreiwöchigen Anwendung der Feuchtigkeitscreme eine Abnahme der Rauigkeit SEr um durchschnittlich 4,0%; in der Kontrolle sank der Wert um 5,4%. Einzel betrachtet kam es bei zwei der Probandinnen zu einer Zunahme der Rauigkeit nach der Behandlung; bei vier Probandinnen blieben die Werte gleich. Allerdings waren dies nicht dieselben Personen, bei welchen die RZ-Werte in der Perthometer-Messung angestiegen waren. Die Welligkeit SEw nahm laut SELS-Messung nach der Behandlung an der Anwendungsstelle um durchschnittlich 22,0% ab, in der Kontrolle um 10,3% zu. Bei vier Probandinnen kam es zu einem Anstieg der Welligkeit nach der Anwendung. Bei 12 der Probandinnen stimmt das Verhalten der mit SELS ermittelten Welligkeitsparameter mit dem der WT-Werte der Primos-Messung überein. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in der Testreihe Feuchtigkeitscreme mit allen drei Messmethoden im Gegensatz zur unbehandelten Kontrolle eine signifikante Abnahme der Rauigkeit und auch der Welligkeit bestimmt werden konnte, dies ist ein Ergebnis, das man nach regelmässiger Anwendung einer Feuch-

tigkeitscreme über den Zeitraum einer dreiwöchigen Anwendung erwarten kann. Am meisten Abweichungen von dieser Tendenz zeigten sich bei den Messungen mit Perthometer und SELS. Bei der Primos-Messung sank der arithmetische Mittenrauwert der Einzelrautiefen Rz nach der dreiwöchigen Behandlung im Durchschnitt um 33,0%, in der Kontrolle um 12,9%. Lediglich bei einer Probandin kam es nach der Behandlung mit der Feuchtigkeitscreme zu einem Anstieg des Rz-Wertes. Die Welligkeit Wt sank im Durchschnitt an der behandelten Stelle um 15,2%. Am Kontrollarm kam es zu einem Abfall der Welligkeit um 0,01%, wenn man den Meridian betrachtet sogar zu einem deutlichen Anstieg. Bei drei der Probandinnen bewirkte die Feuchtigkeitscreme einen Anstieg des Wt-Wertes. Eine Probandin zeigte bei der Primos-Messung in Bezug auf alle Parameter eine Verschlechterung, sowohl nach der Anwendung des Produktes als auch in der Kontrolle. Zwei Probandinnen zeigten bei der Perthometer-Messung ebenfalls eine Verschlechterung der Werte. Das jeweilige Verhalten der Welligkeitsparameter mit Primos gemessen stimmte bei 12 von 15 Probandinnen mit dem Verhalten der anhand der Perthometer-Methode gemessenen WT-Werte überein, was für eine Vergleichbarkeit der beiden Methoden spricht. Mit den Welligkeitsparametern der SELS-Methode fanden sich weniger Übereinstimmungen.

Nach Anwendung der Hormoncreme kam es mit dem Perthometer gemessen im Bereich des Augenwinkels zu einem Anstieg der gemittelten Rautiefe RZ nach der Behandlung im Durchschnitt um 2,0%. Im Bereich der Stirn fiel sie um 5,5%. Betrachtet man den Median, sind die Vorher-Nachher-Werte in beiden Regionen weitgehend gleich geblieben. Einzeln betrachtet stiegen die RZ-Werte am Augenwinkel und an der Stirn bei jeweils acht Probandinnen an, bei sieben Probandinnen fielen sie ab. Die Wellentiefe WT stieg durchschnittlich nach der Behandlung im Augenwinkel um 8,0%, an der Stirn um 7,8%. Die Standardabweichung ist jeweils relativ hoch, betrachtet man also den Median sieht man einen Abfall desselben im Bereich des Augenwinkels, dagegen einen Anstieg im Bereich der Stirn. Am Unterarm zeigte sich laut Perthometer-Messung ein Absinken der durchschnittlichen gemittelten Rautiefe RZ im Anwendungsbereich um 4,2% nach der Behandlung. Im Bereich der unbehandelten Kontrolle sank sie um 2,6%. Die Standardabweichung ist hier relativ hoch. Betrachtet man den Median, so sieht man im Kontrollbereich eine Abnahme des Wertes nach zwei Wochen, während er nach der Behandlung mit der Hormoncreme steigt. Bei sechs Probandinnen kam es nach der Anwendung zu einer Zunahme der gemittelten Rautiefe. Die Wellentiefe WT sank nach der Anwendung um durchschnittlich 18,3% ab; am Kontrollarm um 4,4%. Bei 12 der 15 Probandinnen erwirkte das Präparat eine Reduzierung der Wellentiefe. Laut SELS-Messung stieg die durchschnittliche Rauigkeit SEr nach der Behandlung mit der Hormoncreme im Bereich des Augenwinkels um 7,4% an, im Bereich der Stirn sank sie um 1,8%. Im Augenwinkel stiegen die SEr-Werte bei 11 der 15 Probandinnen, im Bereich der Stirn bei sieben der Probandinnen. Bei sechs Probandinnen stieg nach der Behandlung der Wert an der einen Lokalisation und sank an der anderen. In Bezug auf die Welligkeit SEw kam es durchschnittlich ebenfalls zu einem Anstieg der Werte, im Augenwinkel um 29,2%, an der Stirn um 1,8% (siehe Abb. 30). Betrachtet man den Median, ist der Anstieg im Bereich des Augenwinkels weniger drastisch, der hohe Durchschnittswert wird vor allem durch zwei hohe Werte verursacht. Im Augenwinkel steigt die Welligkeit bei neun Probanden, bei sechs Probandinnen fällt sie nach der Behandlung ab. Im Bereich der Stirn ist das Verhält-

nis 7:8. Es zeigen sich kaum Gemeinsamkeiten mit dem Verhalten der Welligkeitsparameter der Perthometer-Messung. Am Unterarm nahm die Rauigkeit SEr im Anwendungsbereich um durchschnittlich 1,5%, in der Kontrolle um 3,5% ab. Bei fünf von den 15 Probandinnen kam es zu einem Anstieg der Rauigkeit im behandelten Bereich. Diese Probandinnen waren aber nicht identisch mit denjenigen Probandinnen, bei welchen die Rauigkeitswerte in der Perthometer-Messung anstiegen. Der Durchschnittswert für die Welligkeit SEw sank nach Anwendung um 36,6%, in der Kontrolle um 1,0% ab. Das Einzelverhalten der Werte ist bei acht der 15 Probandinnen gleich. Der arithmetische Mittenrauwert der Einzelrautiefen Rz stieg in der Primos-Messung im Bereich des Augenwinkels durchschnittlich um 1,6% an, an der Stirn nahm er um 5,2% ab. Bedingt durch einzelne sehr hohe Werte ist die Standardabweichung recht hoch. Trotzdem zeigt der Median ein ähnliches Bild. Wie auch schon bei den beiden anderen Messverfahren verhalten sich die einzelnen Messwerte sehr unterschiedlich. Im Augenwinkel kommt es nach der Behandlung mit der Hormoncreme bei neun Probandinnen zu einer Reduzierung der Rauigkeit, bei sechs von ihnen steigt die Rauigkeit an. Allerdings geschieht dies bis auf zwei Ausnahmen an beiden Messorten gleichermaßen. Die Welligkeit Wt nahm durchschnittlich sowohl im Bereich des Augenwinkels als auch an der Stirn nach der Anwendung der Hormoncreme um jeweils 6,7% ab. Auch hier stimmen die Reaktionen am Augenwinkel und an der Stirn weitgehend miteinander überein. Laut Primos-Messung kam es im Bereich der Unterarme nach der Behandlung im Anwendungsbereich durchschnittlich zu einem Abfall des arithmetischen Mittenrauwertes der Einzelrautiefen Rz um 7,0%, in der Kontrolle zu einem Anstieg um 2,8%. Bei fünf der Probandinnen stiegen die Rz-Werte nach der Behandlung an, wobei es sich in drei Fällen um einen nur sehr geringen Anstieg handelte. Das Verhalten der einzelnen Rauigkeitswerte entspricht nicht bei allen Probandinnen dem der mit den anderen Messmethoden jeweils erhobenen Parameter. Die Welligkeit Wt fiel nach Behandlung mit der Hormoncreme durchschnittlich um 17,1% ab, während sie am Kontrollarm um 24,8% anstieg. Das Verhalten der Wt-Parameter an der behandelten Hautstelle bei der Primos-Messung stimmt mit dem Verhalten der Welligkeitsparameter von 10 Probandinnen bei der Perthometer-Messung und mit dem von 11 Probandinnen bei der SELS-Messung überein. Eine Übereinstimmung im Verhalten aller Welligkeitsparameter nach der Behandlung konnte bei sieben der 15 Probandinnen festgestellt werden.

Zusammengefasst kam es in der Testreihe Hormoncreme kam es im Anwendungsbereich am Unterarm gemessen mit allen drei Messmethoden nach der Anwendung zu einer signifikanten Abnahme der Welligkeit. Anders verhielt es sich mit der Rauigkeit, bei allen drei Messmethoden zeigte sich hier ein sehr uneinheitliches Bild was die Beeinflussung der Anwendung auf diese Parameter. Dies bestätigt unsere Annahme, dass die Hormoncreme eher einen Einfluss auf die Cutis und somit auf die Welligkeit der Hautoberfläche nimmt. Im Bereich des Augenwinkels und der Stirn zeigten sich bei den Messungen mit Perthometer und mit SELS sowohl bei den Rauigkeitsparametern als auch bei Welligkeitsparametern und den Parametern für Glätte und Schuppigkeit die Ergebnisse sehr uneinheitlich, ohne klare Tendenz und teilweise bei derselben Probandin an verschiedenen Messorten gegenläufig. Allein bei der Messung mit PRIMOS zeigten sich Ergebnisse, welche den Messungen im Bereich der Unterarme entsprachen.

In beiden Testreihen ließ sich statistisch keine Korrelati-

on der einzelnen vergleichbaren Messwerte untereinander feststellen.

## Diskussion

Da statistisch in beiden Testreihen keine Korrelation der einzelnen vergleichbaren Messwerte untereinander festzustellen war, ist eine direkte Vergleichbarkeit der einzelnen Methoden hinsichtlich der einzelnen gemessenen Parameter nicht gegeben. Trotzdem lassen sich die Methoden durchaus hinsichtlich einer Abweichung bezüglich des erwarteten Ergebnisses vergleichen.

Da in der Testreihe Feuchtigkeitscreme mit allen drei Messmethoden im Gegensatz zur unbehandelten Kontrolle eine signifikante Abnahme der Rauigkeit und auch der Welligkeit bestimmt werden konnte, es außerdem zu einem signifikanten Anstieg des Parameters für die Glätte kam, kann prinzipiell, wie von uns erwartet, sowohl von einer hautglättenden als auch von einer faltenreduzierenden Wirkung des Produktes ausgegangen werden.

Am meisten Abweichungen von dieser Tendenz zeigten sich bei den Messungen mit Perthometer und SELS, allerdings nicht bei den jeweils gleichen Probanden. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass die Methoden Perthometer und SELS gegenüber der PRIMOS-Methode in geringem Maße mehr Messungenauigkeiten aufweisen. Generell kann aber gesagt werden, dass im Bereich der Unterarme alle Methoden gut zur Evaluierung des Hautoberflächenreliefs geeignet sind.

Da es im Rahmen der Testreihe Hormoncreme im Anwendungsbereich am Unterarm gemessen mit allen drei Messmethoden nach der Anwendung zu einer signifikanten Abnahme der Welligkeit kam, kann von einer faltenreduzierenden Wirkung der Hormoncreme ausgegangen werden, (Abb. 1), wie oben bereits erwähnt entspricht auch dies dem von uns erwarteten Resultat.

Anders verhielt es sich in der Testreihe Hormoncreme mit der Rauigkeit; bei allen drei Messmethoden zeigte sich hier ein sehr uneinheitliches Bild was die Beeinflussung der Anwendung auf diese Parameter betraf. Dass wenigstens bei der Primos-Methode eine Entsprechung der Tendenz der Werte in Bezug auf die einzelnen Messorte beobachtet werden konnte, spricht dafür, dass im Bereich der Unterarme nicht so sehr Messungenauigkeiten als vielmehr eine unterschiedliche Reaktion der Haut der Probandinnen auf die Textur des Produktes, der Grund hierfür ist.

Aufgrund der vielen Schwierigkeiten, welche sich in Bezug auf die Messung im Gesichtsbereich bei den einzelnen Methoden ergeben, wie Mimik, dunkle Haare, Schattenwurf oder die Unmöglichkeit, Replika mit planen Unterseiten zu produzieren, zeigten sich bei den Messungen mit dem Perthometer und mit SELS sowohl bei den Rauigkeitsparametern als auch bei Welligkeitsparametern die Ergebnisse sehr uneinheitlich, ohne klare Tendenz und teilweise bei der selben Probandin an verschiedenen Messorten gegenläufig.

Allein bei der Messung mit PRIMOS, wohl in erster Linie auf den schnellen Messvorgang, die Berührungslosigkeit und den Vorteil des Matching-Verfahrens zurückzuführen, zeigten sich Ergebnisse, welche den Messungen im Bereich der Unterarme entsprachen (Abb. 2). Zur Messung im Gesichtsbereich scheint diese Methode also am Besten geeignet zu sein.

Die Profilometrie bietet den Vorteil der Möglichkeit der Auswertung der Beurteilungsparameter nach DIN-Parametern, welchen die Veränderungen der Haut zugeordnet werden können. Gute Messergebnisse wurden hier vor allem im Bereich der Unterarme erzielt, wo während

der Anfertigung der Replika eine relative Bewegungslosigkeit im Vergleich mit den Messorten im Gesicht gewährleistet und außerdem eine plane Unterseite angefertigt werden kann. Im Bereich der Augenwinkel und der Stirn ist es kaum möglich, die Mimik während der Trockenzeit der Replika auszuschalten, so dass es vor allem im Bezug auf die Messung der Welligkeit zu Ungenauigkeiten kommen kann. Auch die Rauigkeitsparameter werden durch die Mimik beeinflusst, allerdings in geringerem Maße als der Parameter für die Welligkeit.

Das bildanalytische Verfahren SELS gewährleistet, wenn auch durch das Aufdrücken des Messkopfes auf die Messstelle die Haut beeinflusst werden kann, eine Berührungslosigkeit während des Messvorgangs. Sie bietet gegenüber den anderen Methoden die Analyse weiterer Parameter, allerdings sind die mit SELS erhobenen Parameter nicht objektivierbar.

Auch mit dieser Methode wurden gute Messergebnisse im Bereich der Unterarme erzielt. Im Gesichtsbereich traten ähnliche Probleme auf wie bei der Messung mit dem Perthometer; Mimik, große Poren im Bereich der Stirn sowie einzelne Haare und Wimpern; außerdem der Aufsatzwinkel, welcher speziell im Augenwinkel von Messung zu Messung schwer wieder zu finden ist, hatten einen starken Einfluss auf die Messergebnisse.

Mit der PRIMOS-Methode, bei welcher wie bei der Perthometer-Messung die Beurteilungsparameter nach DIN-Parametern ausgerechnet werden und die den Vorteil

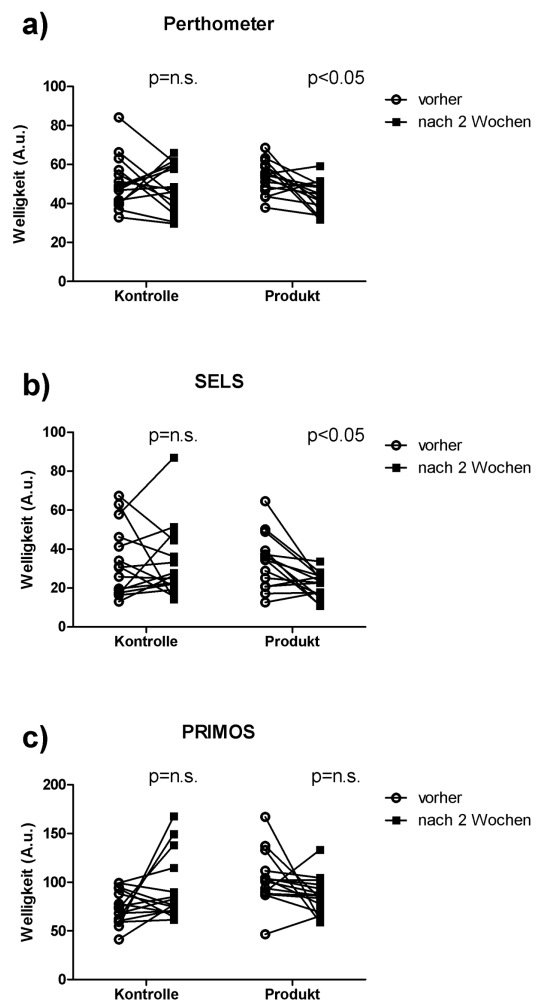


Abb. 1a: Perthometer/ Messort: Unterarm/ Parameter: WT = Wellentiefe/ N=15

Ab. 1b: SELS/ Messort: Unterarm/ Parameter: SEw =Welligkeit/ N=15

Abbildung 1c: PRIMOS/ Messort: Unterarm/ Parameter: Wt = Welligkeit/ N=15



der Berührungslosigkeit bietet, wurden nicht nur an den Unterarmen sehr gute Messergebnisse erhoben, auch im Bereich des Augenwinkels und der Stirn zeigte die Methode sehr gute Vorher-Nachher-Ergebnisse. Entscheidender Vorteil dieser Methode neben den oben schon genannten ist die so genannte Matching-Funktion, welche ein genaues Auffinden und Ausmessen des vorherigen Messfeldes ermöglicht.

Weiterhin zeichnet sich das PRIMOS-Messsystem durch eine sehr geringe Anfälligkeit für Messungenauigkeiten aus.

### Fazit

Im Bereich der Unterarme bringen alle drei Methoden relativ gute Messergebnisse in Hinblick auf alle hier gemessenen Parameter, wobei das PRIMOS-Messverfahren am wenigsten Abweichungen von den erwarteten Messergebnissen zeigte und somit am besten geeignet scheint. Sowohl zur Messung der Rauigkeit der Hautoberfläche als auch zur Faltenmessung sind aber alle drei Methoden indiziert. Auch wenn statistisch gesehen keine Korrelation zwischen den einzelnen vergleichbaren Parametern der Methoden festgestellt werden konnte, entsprechen sich die dokumentierten Veränderungen in ihrer Tendenz. Im Gesichtsbereich, wo der Zustand der Hautoberfläche stark von der Mimik beeinflusst wird, ist die Anwendung der PRIMOS-Methode am Besten indiziert. Durch die Berührungslosigkeit und die Möglichkeit einzelne Strukturen und somit den genauen Messort wieder zu finden, ist sie hier den anderen Methoden gegenüber klar im Vorteil.

### Literatur

1. Tronnier H, Heinrich U: Untersuchungen zur Messung der Hautoberfläche. *Hautnah* 1991; 6: 80-86
2. Marks R: Emollients. Martin Dunitz Ltd, London 1997
3. Cook TH: Profilometry of skin. A useful tool for the substantiation of cosmetic efficacy. *J Soc Cosmet Chem* 1980; 31: 339-359
4. Cook TH, Craft TJ: Topographics of dry skin, non-dry skin and cosmetically treated dry skin as quantified by skin profilometry. *J Soc Cosmet Chem* 1985; 36: 143-152
5. Abbott EJ, Firestone FA: Specifying surface quality. A method based on accurate measurement and comparison. *Mechanical Engineering* 1933; 55: 569-572
6. Tronnier H: Zur Messung der Hautoberfläche unter besonderer Berücksichtigung der Beseitigung von Falten. *Parfümerie und Kosmetik* 1958; 39: 589-593
7. Jacobi U, Chen M, Frankowski G, Sinkgraven R, Hund M, Rzany B, Sterry W, Lademann J: In vivo determination of skin surface topography using an optical 3D device. *Skin Res Technol*. 2004;10: 207-214
8. Tronnier H, Wiebusch M, Heinrich U, Stute R: Zur Bewertung der Oberflächenstruktur der Haut (SELS). *Akt. Dermatologie* 1997;23: 290-295
9. Fischer T, Wigger-Alberti W, Elsner P: Direct and Non-Direct Techniques for Analysis of Skin Surface Topography. *Skin Pharmacol Appl Skin Physiol* 1999; 12: 1-11
10. Tronnier H, Heinrich U: Untersuchungen zur Messung der Hautoberfläche. *Hautnah* 1991; 6: 80-86
11. Tronnier H, Wiebusch M, Heinrich U: Ergebnisse der Hautoberflächenanalyse mit SELS (Surface evaluation of living skin) 1998

Unser besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Hagen Tronnier und Frau Prof. Dr. Ulrike Heinrich vom Institut für experimentelle Dermatologie der Universität Witten/Herdecke für das zu Verfügung stellen der Messgeräte und die Betreuung während der Datenerhebung.

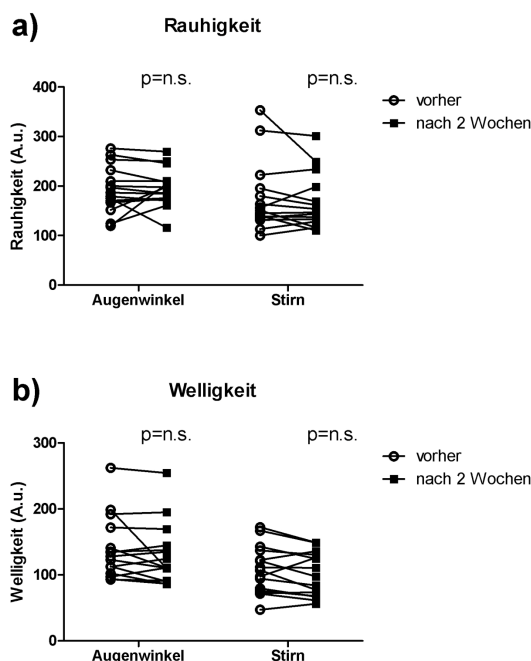


Abb. 2a: PRIMOS/ Messort: Augenwinkel, Stirn/ Parameter: Rz = arith. Mittenwert d. Einzelrautiefen/ N=15  
Abb. 2b: PRIMOS/ Messort: Augenwinkel, Stirn/ Parameter: Wt = Welligkeit/ N=15